


Утверждаю

Директор ИПРИМ РАН,
доктор технических наук, профессор




Власов А.Н.
«09» октября 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Рыбкиной Наталии Михайловны «Аэродинамические и аэроупругие характеристики крыла большого удлинения с управляемыми деформациями профилей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) широко используются в различных областях народного хозяйства. Крылья БПЛА являются достаточно гибкими конструкциями и у них, как правило, нет механических органов управления. В этом случае управлять аэродинамическими и аэроупругими характеристиками самолета можно только за счет изменения конфигурации (деформирования) крыла. Такой подход к изменению аэродинамических и аэроупругих характеристик крыла требует разработки математических моделей, адекватно отражающих физико-механические свойства крыла. Разработке таких математических моделей и посвящена диссертационная работа Рыбкиной Н.М., что и доказывает актуальность темы рассматриваемой диссертации.

Содержание диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, содержащего 83 наименования, в том числе 15 иностранных. Текст диссертации изложен на 115 страницах, включает 60 рисунков и 13 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, цель, научная новизна, практическая значимость и достоверность проведенных научных исследований. Сделан краткий обзор и проведен анализ имеющейся

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«15» 10 2020

научной литературы по теме диссертации. Приведено краткое содержание глав диссертации.

В первой главе представлено решение линейной задачи аэродинамического нагружения и аэроупругих колебаний в дозвуковом квазистационарном потоке тонкого упругого крыла большого удлинения, совершающего изгибно-крутильные колебания с учетом деформаций хвостовых частей профилей. Уравнения аэроупругих колебаний получены на основе метода Ритца. Полагая, что упругая хвостовая часть профиля является достаточно легкой, влияние инерционных сил не учитывается и обобщенные координаты, характеризующие деформации профиля исключены из уравнений как квазистатические. Приведены полученные формулы для подъемной силы и момента тангажа упругого профиля.

Приведен пример расчета для профиля в двух вариантах конструктивного исполнения его упругой части: 1) упругая часть представлена тонкой упругой пластиной постоянной толщины, аэродинамическая форма которого получается за счет накладного профилированного пенопласта.; 2) упругая часть профиля состоит из сотового заполнителя, работающего на сдвиг, и тонкой обшивки постоянной толщины, работающей на растяжение-сжатие.

Результаты расчетов приведены в виде таблиц и графиков, содержащих полную информацию об аэродинамических характеристиках профиля. Даны оценки влияния упругости профиля на квазистационарные аэродинамические коэффициенты подъемной силы и момента тангажа профиля.

Во второй главе представлена математическая модель деформирования и аэродинамического нагружения тонкого профиля прямого крыла большого удлинения, полученная на основе метода конечных элементов. Конечно-элементная модель построена на основе геометрически нелинейной теории деформирования. Разработаны три варианта расчетных математических моделей аэроупругих колебаний: 1) упругая часть профиля моделируется только центральной пластиной, работающей на изгиб, сдвиг и

растяжение-сжатие, а работа обшивки не учитывается; 2) упругая часть профиля представлена центральной пластиной и обшивками (нижней и верхней), прикрепленными к двум стойкам в первом и последнем сечениях упругой части профиля, при этом натяжение обшивок регулируется изменением их длин; 3) модель с изгибом хвостовых частей профилей крыла по аналогии с работой рыбьего хвоста – тонкая центральная пластина профиля изгибается за счет управляемого натяжения верхней или нижней обшивок, связанных с пластиной в ряде точек с эксцентриситетами для создания изгибающих моментов.

Для каждой модели получены численные решения задачи в линейной и нелинейной постановках, а для первой математической модели произведено сравнение полученных результатов с результатами по методу Ритца, представленными в первой главе.

В третьей главе на основе метода Ритца получены уравнения изгибно-крутильных колебаний прямого крыла большого удлинения постоянного поперечного сечения в несжимаемом потоке идеального газа. Аэродинамическая нагрузка, действующая на колеблющийся профиль в несжимаемом потоке идеального газа крыла определяется на основании точного решения по линейной нестационарной теории для гармонических колебаний, а также по обычной и уточненной квазистационарной теориям. В главе приведены результаты расчетов по определению границы флаттера для различного числа аппроксимирующих функций, а также представлен сравнительный анализ результатов расчетов по определению динамической (флаттер) и статической (дивергенция) неустойчивости при использовании нестационарной и квазистационарной аэродинамической теории обтекания профилей.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые разработаны линейная и геометрически нелинейная математические модели аэроупругого

деформирования профиля крыла в дозвуковом потоке по типу «рыбьего хвоста», при управляемом натяжении верхней и нижней обшивок.

Достоверность полученных результатов основывается на корректности математических моделей, строгости математических решений, а также на сравнении численных расчетов, полученных по методу Рунге и методу конечных элементов.

Практическая ценность научной работы заключается в том, что результаты исследований позволят обеспечить научное сопровождение проектирования сверхлегких самолетов с прямыми крыльями большого удлинения, совершающими в дозвуковом потоке изгибно-крутильные колебания с учетом деформаций упругих хвостиков профилей.

По диссертации имеется замечание:

Для оценки эффективности предлагаемого способа управления аэродинамическими характеристиками деформируемого профиля крыла путем натяжения его верхней и нижней обшивок по аналогии с «рыбьим хвостом» следовало бы выполнить анализ влияния различных параметров (предварительного аэродинамического нагружения профиля, натяжения обшивки, числа конечных элементов и их жесткостей).

Заключение по диссертационной работе

По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе, 3 статьи в периодических изданиях, включенных в перечень ВАК РФ. Основные результаты хорошо апробированы и докладывались на научных международных и российских конференциях высокого уровня.

Полученные в работе результаты имеют существенное значение области динамики и прочности конструкций, могут быть использованы для создания новых поколений летательных аппаратов и соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Автореферат отражает содержание диссертации.

Диссертация Рыбкиной Н.М. является научно-квалификационной работой, в которой разработаны новые математические модели и получены решения задач аэродинамического нагружения и аэроупругих колебаний в дозвуковом потоке тонкого упругого профиля крыла большого удлинения.

Диссертация Рыбкиной Н.М. «Аэродинамические и аэроупругие характеристики крыла большого удлинения с управляемыми деформациями профилей» соответствует всем требованиям п.п. 9-14 «Положения присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Рыбкина Наталия Михайловна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

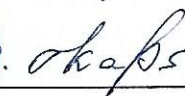
Настоящий отзыв рассмотрен и одобрен 09 октября 2020 года на заседании научно-методического семинара отдела «Отдела механики адаптивных композиционных материалов и систем» ИПРИМ РАН.

Главный научный сотрудник
ФГБУН ИПРИМ РАН,
доктор технических наук



Бошнятов Борис Владимирович

Ученый секретарь ФГБУН ИПРИМ РАН
кандидат физико-математических наук



Карнет Юлия Николаевна

Контактные данные организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук

Адрес: 125040, Россия, Москва, Ленинградский пр., д. 7

Телефон: +7 (495) 946-18-06

E-mail: iam@iam.ras.ru

Официальный сайт: [http:// iam.ras.ru](http://iam.ras.ru)